

## 工具温度測定による切削加工監視技術の開発

生産技術部 ○南 晃

### 1. はじめに

切削加工は金型や機械部品加工などに幅広く用いられており、ものづくりにおける中核的な技術である。高精度化、短納期化、低コスト化などの要求が厳しくなる中、これらに対応するための技術要素のひとつとして加工状態を監視し、トラブルを未然に防止する技術の確立が求められている。

本研究では、赤外線カメラを用いて、エンドミルによる切削加工における工具刃先の温度を測定し、その温度から切削現象を把握することが可能かどうか検討を行い、切削条件と切削温度の関係を明らかにした。

### 2. 実験方法

#### 2. 1 赤外線カメラを用いた切削現象の測定

切削加工において、被削材の塑性変形や刃先と被削材間の摩擦により発熱する。塑性変形による熱の大半は切屑とともに除去されるが、被削材に残存した熱と摩擦熱は、熱伝導によって被削材や工具温度を上昇させる。このときの発熱は切削時の仕事量と密接に関係がある。この仕事をする力は切削抵抗として測定可能であり、単位時間あたりの切削長は切削速度として計算できる。

本研究では、単位時間当たりの仕事量を(1)式に示す切削仕事率 $W$ と定義し、工具温度との関連性を調べ、工具温度が加工状態を監視するパラメータとして適切かを検討した。

$$\text{切削仕事率 } W = F \times L / t = F \times V \dots (1)$$

$F$  : 主分力,  $L$  : 仕事をした長さ

$t$  : 仕事をした時間,  $V$  : 切削速度

#### 2. 2 実験装置および実験条件

図1に実験装置の構成を示す。切削加工を行い、赤外線カメラで工具温度、切削動力計で切削抵抗を同時に測定した。被削材は切削動力計に取付けた状態でテーブル上のバイスに固定し、赤外線カメラはマシニングセンタコラムに固定されたフレームに取り付けた。

切削工具は直径10mm、2枚刃の粉末ハイスフラットエンドミルを使用した。

#### 2. 3 実験方法

表1に実験条件を示す。切削長100mmの側面切削をダウンカットで行い、送り速度、切削幅、主軸回転数を変化させて切削抵抗と工具温度を測定した。工具刃先近傍の最大温度を工具温度、主分力の平均値を切削抵抗として測定した。

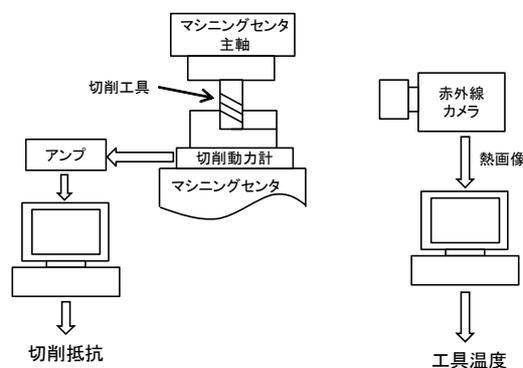


図1 実験装置の構成

表1 実験条件

切削方法	側面加工, Downcut
切削深さ	4.0mm
送り速度	100~400mm/min
切削幅	1.0~4.0 mm
主軸回転数	500~4,000 rpm
切削油剤	なし(エアブロー)
被削材	Aluminum Alloy A5052

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 加工条件と工具温度、切削抵抗の関係

図2(a)に送り速度を変化させた時の工具温度と切削抵抗を示す。送り速度が大きくなると工具温度と切削抵抗はともにほぼ直線的に大きくなった。主軸回転数1,000rpmと2,500rpmの2種類で実験を行ったが、主軸回転数の高い2,500rpmの方が工具温度、切削抵抗ともに小さくなった。

図2(b)に切削幅を変化させた時の工具温度と切削抵抗の変化を示す。送り速度を変化させたときと同様に、切削幅が大きくなると工具温度と切削抵抗はともにほぼ直線的に大きくなった。また、主軸回転数の高い方が工具温度、切削抵抗ともに小さくなった。

図2(c)に主軸回転数を変化させた時の工具温度と切削抵抗の変化を示す。主軸回転数が大きくなると切削抵抗は小さくなった。しかし、工具温度には顕著な変化は見られなかった。送り速度を変えてもこの傾向は変わらなかった。

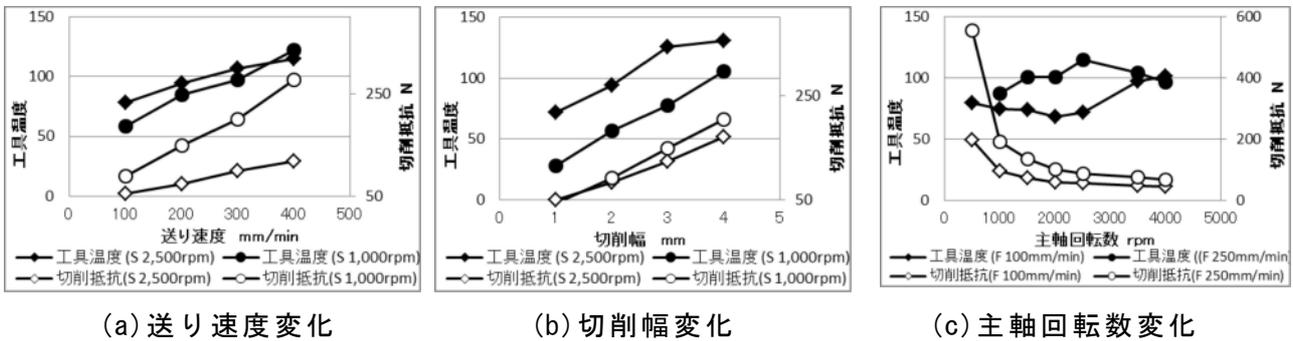


図2 加工条件と工具温度、切削抵抗の関係

#### 3.2 工具温度と切削仕事率の関係

図3(a)に送り速度を変化させたときの工具温度と切削仕事率の関係を示す。工具温度が大きくなると切削仕事率もほぼ直線的に大きくなった。主軸回転数1,000rpm、2,500rpmの場合でも工具温度と切削仕事率の関係は変わらず、ほぼ同一曲線上にあった。

図3(b)に切削幅を変化させたときの工具温度と切削仕事率の関係を示す。送り速度を変化させたときと同様に工具温度が大きくなると切削仕事率も大きくなり、主軸回転数が変わっても両者の関係は変わらなかった。

図3(c)に主軸回転数を変化させたときの工具温度と切削仕事率の関係を示す。ばらつきが大きいものの、送り速度や切削幅を変化させたときと同様の傾向を示した。

工具温度と切削仕事率の間には、加工条件に係わらず一定の関係があることがわかった。これは工具温度を測定することで、加工条件を意識することなく切削抵抗を算出できることを意味し、加工状態を監視するパラメータとして大きく期待できると思われる。

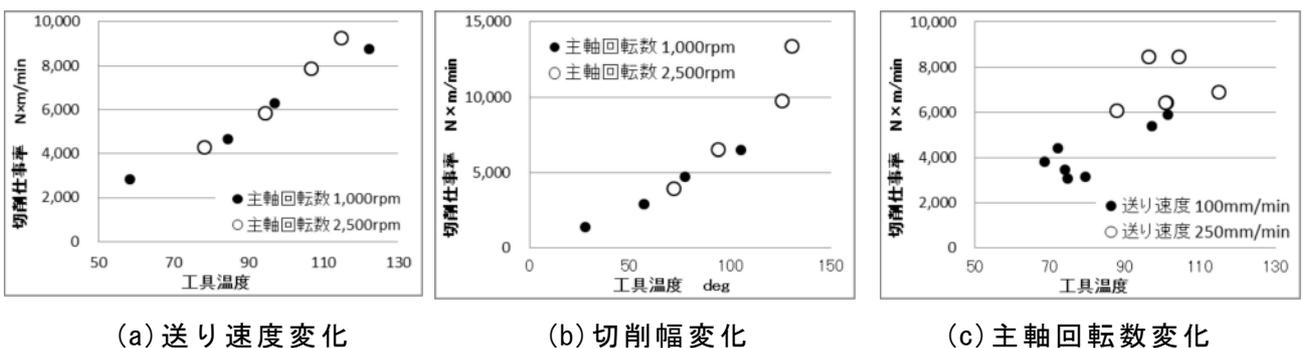


図3 工具温度と切削仕事率の関係